

De la capa al agujero: los descuidos de la ciencia

Carlos Enrique Orozco*



Nadie puede ver el agujero en la capa de ozono. El cielo luce igual de azul y las estrellas brillan con la misma intensidad, pero el hoyo sigue ahí, no por obra de la naturaleza sino por la acción del ser humano. Los clorofluorocarbonos (CFC), las moléculas que inventamos para hacer más cómoda nuestra vida, se escapan a la atmósfera y durante años han ido ocasionando daños en la capa de ozono que nos protege de las radiaciones ultravioleta que vienen del sol. Lo que parecía una buena solución tecnológica se convirtió en un problema para el medio ambiente global. Mario Molina y Sherwood Rowland establecieron desde 1974 la relación entre los CFC y el agujero en la capa del ozono. Después de intensas batallas en los medios de comunicación y el congreso estadounidense lograron que se reconociera el efecto dañino de esos componentes. En 1987, un grupo de 24 países firmaron en Montreal, Canadá, un tratado para regular el uso de sustancias nocivas para la capa del ozono. A diez años de la firma del Protocolo, ¿hemos avanzando en la solución de este problema que afecta a todas las formas de vida en la tierra?

Los refrigeradores pueden ser nocivos para su salud

Los refrigeradores han sido uno de los inventos más benéficos para los seres humanos. Permiten conservar alimentos perecederos —carne, frutas o lácteos—, estimulan el comercio de estos bienes y evitan su desperdicio. En una palabra, hacen la vida más cómoda, por lo que es lógico que en los años veinte todos quisieran tener un refrigerador en su casa. El problema era el fluido que los refrigeradores usaban

para enfriar: amoníaco o dióxido sulfúrico. Ambos huelen mal y son venenosos. Era necesario encontrar fluidos sustitutos para enfriar refrigeradores, que no fueran inflamables ni tuvieran efectos tóxicos para la salud humana. Químicos de Estados Unidos, la república de Weimar y Alemania inventaron un tipo de molécula para enfriar refrigeradores sin las consecuencias dañinas de los componentes que se usaban anteriormente. Llamaron a esas nuevas moléculas clorofluorocarbonos (CFC), por estar formados por átomos de carbono, flúor y cloro.

En poco tiempo los CFC fueron un éxito comercial y su uso se extendió a otros productos, como envases de aerosol para impulsar un chorro continuo del contenido de desodorante, pintura o goma para el cabello. También se utilizan en aparatos de clima artificial, extinguidores, pesticidas, empaques de hule espuma y como lubricantes y solventes en varios procesos industriales. Algunas de las empresas más poderosas del mundo, como la estadounidense DuPont, ICI, del Reino Unido o Hoechst, de Alemania, han sido grandes productores de estos compuestos durante décadas. Su nombre comercial más famoso es Freon, una marca registrada por DuPont.

Los CFC fueron considerados inofensivos por mucho tiempo debido a que no son tóxicos ni inflamables. En la capa de la atmósfera que está entre la superficie de la tierra y los diez kilómetros son inertes, es decir, no toman parte en reacciones químicas. Además son baratos y los derechos de uso ya caducaron, por lo que cualquier productor de aerosoles o refrigeradores los puede usar sin mayor dificultad.

Los problemas empiezan cuando el gas se escapa a la atmósfera. Los CFC son llevados por las corrientes atmosféricas a la estratosfera, es decir entre diez y 50 kilómetros de altura. Al encontrarse con la luz del sol, los rayos ultravioleta rompen un átomo de cloro de

* Profesor investigador del Departamento de Estudios Socio-culturales del ITESO.

los CFC. El cloro ataca al ozono y le quita un átomo de oxígeno. Se calcula que cada molécula de cloro puede destruir 100 mil de ozono. De esta manera, los CFC actúan en la estratosfera como destructores de la capa de ozono.

Sidney Chapman, un físico inglés, descubrió en 1930 que la luz ultravioleta forma en la atmósfera terrestre una capa de un tipo de oxígeno llamado ozono, una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno. Se encuentra en la estratosfera y alcanza su máxima densidad entre los 15 y los 20 kilómetros. Este producto es tóxico para la salud humana en el aire que respiramos, pero su importancia es vital para la vida en la tierra pues absorbe la radiación ultravioleta proveniente del sol, la que es nociva para todo organismo viviente. El Programa del Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) calcula que una pérdida del 10% de la capa del ozono podría causar 300 mil casos más de cáncer en la piel y un millón 750 mil personas afectadas por cataratas oculares cada año. Además, la radiación ultravioleta podría afectar al sistema inmunológico del hombre, lo que reduce las posibilidades de vida de los enfermos de Sida. En la agricultura, la pérdida de ozono en la estratosfera ocasiona daños en los cultivos y pone en peligro las cadenas alimenticias en los ecosistemas acuáticos. El clima –y por consecuencia toda la vida natural– puede sufrir alteraciones por la llegada de los rayos ultravioleta del sol sin ninguna protección.

Los clorofluorocarbonos, que al principio parecían ser una solución tecnológica "limpia", resultaron tener consecuencias no previstas para el medio ambiente. Sobre este tema, Carl Sagan reflexionó:

En todos estos casos, la lección es clara: no siempre somos lo suficientemente inteligentes o juiciosos para prever las consecuencias de nuestras acciones. La invención de los CFC fue un brillante logro. Pero tan inteligentes como eran, los científicos que los crearon no fueron suficientemente listos. Justamente porque los CFC son inertes, sobreviven el tiempo suficiente para alcanzar la capa de ozono. El mundo es complicado. El aire es delgado. La naturaleza es susceptible. Nuestra capacidad para causar daños es enorme. Debemos tener mucho más cuidado y ser menos permisivos con la contaminación de nuestra frágil atmósfera.¹

Las batallas de Molina

En la edición del 28 de junio de 1974 de la revista científica *Nature* apareció un artículo firmado por Mario Molina y Sherwood Rowland, en donde establecieron teóricamente el efecto destructor de los CFC



La fuente, 1996, óleo sobre tela, 140 x 100.

en la atmósfera. Por primera vez desde que se inventaron los CFC se empezó a cuestionar su uso. Mario Molina cuenta que las investigaciones que los llevaron a él y a Sherwood Rowland a establecer la hipótesis del efecto destructor de los CFC sobre el ozono se iniciaron a partir de preguntarse a dónde irían a parar los CFC en la atmósfera, ya que se sabía que eran inertes en la capa de la superficie terrestre. Sin saberlo con exactitud, estos dos científicos estaban originando, en la década de los setenta, un cambio radical en nuestra concepción de la protección de la estratosfera. "Este descubrimiento cambió el contexto entero de la toxicología global y mostró que lo que hacemos en la superficie de la tierra puede afectar los sistemas en que se basa la vida del planeta", declaró James Anderson, profesor de Química Atmosférica en Harvard, a la revista *Science*. Por aquel tiempo, Paul Crutzen, del Instituto Max Planck en Alemania, había descubierto que cierto compuesto natural llamado óxido nitroso logra alcanzar la estratosfera y allí origina otras sustancias que destruyen al ozono. Molina y Rowland fueron más allá de las aportaciones de Crutzen y establecieron la relación entre los CFC y el agujero en la capa del ozono.

La difusión del trabajo de Molina y Rowland generó durante gran parte de 1975 una serie de reportajes, algunos muy alarmantes,² en los principales periódicos en Estados Unidos. A este periodo se le conoció como "la guerra de las latas de spray"

Por una parte estaban los estudios de estos científicos; por la otra, las réplicas de la poderosa industria de los CFC, con DuPont a la cabeza, y los medios en el medio, con una evidente incapacidad para informar con claridad a los receptores, sin apasionamientos. En 1978, la Agencia de Protección Ambiental en Estados Unidos tomó la decisión de prohibir el uso de los CFC como impulsores en las latas de aerosol. Con esto se cerró la discusión y el tema salió de las ocho columnas de los diarios.

Una cita en Montreal a favor del planeta Tierra

Diez años de intensas gestiones diplomáticas y el reconocimiento cada vez más evidente del peligro que supone la destrucción del ozono culminaron en 1985, cuando la ONU convocó a la Convención de Viena para la protección de la capa de ozono. En esta primera reunión se discutieron las formalidades del tema y el tipo de acciones a tomar. Dos años después, el 16 de septiembre de 1987 en Montreal, Canadá, 24 países firmaron un tratado internacional conocido como el Protocolo de Montreal, con acuerdos y compromisos concretos entre los países firmantes con la finalidad principal de promover medidas para controlar las sustancias que atacan la capa de ozono. Las medidas principales fueron: la eliminación gradual de sustancias dañinas, como los CFC, de la capa de ozono; el apoyo a los esfuerzos por encontrar sustitutos para estas sustancias, y la generación de una conciencia pública sobre el riesgo que implica para la vida en la tierra el crecimiento del agujero en la capa de ozono.

Los países firmantes del Protocolo de Montreal y otros que se han sumado a este esfuerzo ambiental se han reunido otras dos ocasiones.³ En Londres, en junio de 1990, acordaron incluir otros productos, como los halones, los compuestos totalmente halogenados, los tetracloruros de carbono y el tricloroetano. Estos compuestos se usan en extinguidores de fuego, lubricantes y pesticidas. En Copenhage (1992) se tomaron tres decisiones fundamentales: la creación de un fondo financiero de apoyo para que los países pobres puedan producir los sustitutos de los compuestos que destruyen el ozono; adelantar al primero de enero de 1996 el plazo para la eliminación de los CFC e incluir dos sustancias más en la lista de productos prohibidos. El acuerdo en Copenhage incluye una transferencia de fondos por 393 millones de dólares de los países ricos a los países subdesarrollados firmantes del Protocolo de Montreal para que puedan comprar los productos sustitutos de los CFC. Por paradojas de la economía, los sustitutos son más caros debido a que se tienen que pagar derechos

de uso, mientras que los CFC se venden a menor costo porque ya caducaron las patentes. A pesar de ello, la directora del Programa Ambiental de la ONU, Elizabeth Dowdeswell, se quejó en una reunión en Nairobi, en octubre de 1994, de que los países ricos no habían cumplido su compromiso, porque sólo habían entregado 216 millones de dólares.

Desde 1996 está prohibido el uso de los CFC y las otras sustancias en los países desarrollados. En el año 2000 entrará en vigor la prohibición para el resto de países. El plazo se acerca. Las grandes empresas productoras están desarrollando sustitutos que cumplan la misma función. Desde agosto de 1991, DuPont anunció una inversión de 100 millones de dólares para una planta productora de sustitutos de CFC. El área de investigación y desarrollo de la transnacional ha desarrollado los hidrofluorocarbonos, conocidos como HFC, compuestos en los que el cloro ha sido sustituido por el hidrógeno, y los hidroclorofluorocarbonos HCFC, que tienen un poder de destrucción de la capa de ozono sensiblemente menor que el de los CFC. Sin embargo, la comunidad ecológica no está satisfecha. "Estos productos no son completamente seguros. No podemos crear un problema ambiental con la solución de otro", dijo Melanie Duchin, vocera de la organización Greenpeace.

La investigación de Molina y Rowland fue innovadora en el campo de la química atmosférica. Después de 20 años estos científicos, junto con Paul Crutzen, recibieron el principal reconocimiento científico al otorgárseles el premio Nobel de Química en 1995. Según el comunicado oficial de la Real Academia Sueca, "los tres investigadores contribuyeron a salvarnos de un problema ambiental global que podría tener consecuencias catastróficas". Este reconocimiento al trabajo de estos científicos, preocupados por la conservación de la vida en la tierra, es también un llamado de atención a la gravedad del problema que sacaron a relucir. Los seres humanos creamos los CFC; tenemos que responsabilizarnos por nuestros actos e incrementar los esfuerzos para evitar que sigan dañando la capa de ozono, el escudo natural de todas las formas de vida en la tierra. ♦

Notas

1. Sagan, Carl. *Billions & billions. Thoughts on life and death at the brink of the millenium*, Random House, 1997, p.97.
2. Por ejemplo, el *Philadelphia Inquirer* citó que "el mundo se va a acabar, no con un gemido sino con un p-s-s-t"; citado en Nelkin, Dorothy. *Selling science. How the press covers science and technology*, W.H. Freeman, New York, 1995, p.49.
3. Para la celebración del décimo aniversario de la firma del Protocolo de Montreal asistieron delegados de 160 países.